

Morfologia matemática

f: imagem em níveis de cinza;
B: elemento estruturante;
(x,y) posição na imagem do centro do elemento estruturante;
(i,j) índice que indica a posição no elemento estruturante em relação ao seu centro.

Dilatação $(f \oplus B)(x, y) = \max_{(i,j) \in B} \{f(x-i, y-j)\}$

Erosão $(f \ominus B)(x, y) = \min_{(i,j) \in B} \{f(x-i, y-j)\}$

Abertura $(f \circ B) = ((f \ominus B) \oplus B)$

Fechamento $(f \bullet B) = ((f \oplus B) \ominus B)$

Gradiente por dilatação $DG(f) = (f \oplus B) - f.$

Gradiente por erosão $EG(f) = f - (f \ominus B)$

Gradiente morfológico $G = (f \oplus B) - (f \ominus B).$

Morfologia matemática cinza

-Exercício: aplicação de MM em Modelo Digital de Superfície (MDS)

-Operador *top-hat* (cartola)

- **Top-hat por abertura**
- **Top-hat por fechamento**

-Operações morfológicas sequenciais

- Concatenação de aberturas e fechamentos
- Filtros alternados sequenciais

Implementações da dilatação com elemento estruturante planar:

(a)

```
EE = [
1 1 1
1 1 1
1 1 1
]

[m,n] = size(I);
[me,ne] = size(EE);

d2 = ceil(me/2);
d1 = floor(me/2);

S1 = zeros(m,n);

for i = d2:m-d1
for j = d2:n-d1
    a = zeros(1,me*me);
    ind = 1;
    for k = -d1:d1
    for l = -d1:d1
        a(1,ind) = I(i+k, j+l) ;
        ind = ind+1;
    end
    end
    S1(i,j) = max(a);
end
end
```

(b)

```
EE = [
0 1 0
1 1 1
0 1 0
]

[m,n] = size(I);
[me,ne] = size(EE);

d2 = ceil(me/2);
d1 = floor(me/2);

S1 = zeros(m,n);

for i = d2:m-d1
for j = d2:n-d1
    a = zeros(1,me*me);
    ind = 1;
    for k = -d1:d1
    for l = -d1:d1
        if EE(d2+k,d2+l) == 1
            a(1,ind) = I(i+k, j+l);
            ind = ind+1;
        end
    end
    end
    S1(i,j) = max(a);
end
end
```

% definição do elemento estruturante circular

me = d % d : diâmetro do círculo

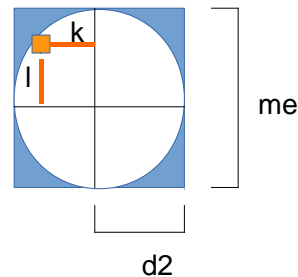
d2= ceil(me/2)
d1 = floor(me/2)

EE = zeros(me,me);

for k = -d2:d2
for l = -d2:d2

if sqrt((d2 - (d2+k)) ^2 + (d2 - (d2+l)) ^2) <= (d1+0.4)
 EE(d2+k,d2+l) = 1;
end

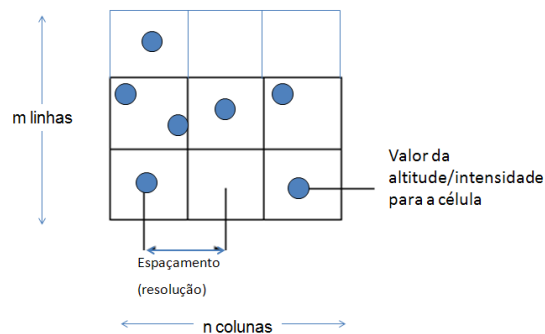
end
end





Resultado do perfilamento com laser scanner: para cada ponto, Coordenadas de pontos (E, N, H) e intensidade do retorno

Geração de grade regular a partir de pontos obtidos pelo LIDAR



Arquivo MDS_70cm.tif

Exercício 1:

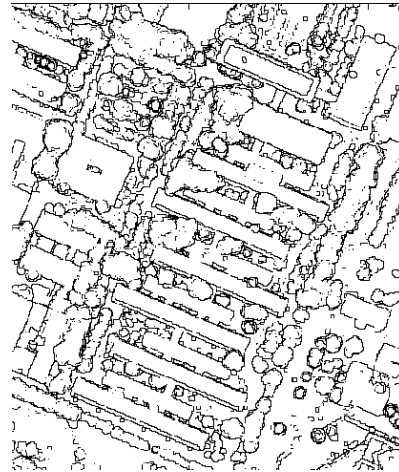
- Preencher o MDS por meio de operadores morfológicos, e
- extrair o contorno das feições das edificações e das árvores.

-> obs.: tornar o contorno preto e o fundo branco.

-Que importância tem o elemento estruturante ? (Considerar a forma e a dimensão)

-Qual operador morfológico deve ser utilizado?





```

for i = 1:m
for j = 1:n
    if Grad(i,j) >= 2
        Grad(i,j) = 0;
    else
        Grad(i,j) = 255;
    end
end
end

```



Operadores “cartola” (*Top-hat* e *Botton-hat*)

Objetivo: remover objetos.

Top-hat por abertura: $h = f - (f \circ b)$.
(‘Top-hat’)

Top-hat por fechamento: $h = (f \bullet b) - f$
(‘Botton-hat’)

Sendo

f: imagem

b: elemento estruturante

Uma linha da imagem: Sinal unidimensional original



Abertura por um elemento estruturante plano:



Top-hat por abertura:

$$h = f - (f \circ b).$$

Fechamento por um elemento estruturante plano:



Top-hat por fechamento:

$$h = (f \bullet b) - f$$

- Exercício 2:

Aplicar os operadores 'top-hat' e "botton-hat" na imagem 'esferas.tif').

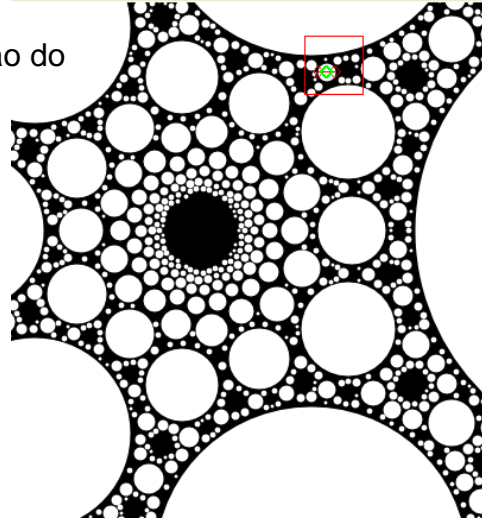
- Aplicar elementos estruturantes com diferentes dimensões e descrever os resultados obtidos.

Exercício 3:

Imagem: esferas.tif

Gerar uma imagem contendo apenas os círculos com diâmetro entre 13 e 15 pixels.

Qual deve ser a forma e a dimensão do elemento estruturante?



A abertura e o fechamento são transformações idempotentes.

$$((f \circ B) \circ B) = (f \circ B)$$

$$((f \bullet B) \bullet B) = (f \bullet B)$$

Se reiterar o processo de abertura ou fechamento com o mesmo elemento estruturante B, o resultado será idêntico ao anterior.

A obtenção de novos resultados somente será possível com um outro elemento estruturante.

Operações morfológicas sequenciais:

- Concatenação de aberturas e fechamentos

$abefec^b(f) = abe^b(fec^b(f)) \Rightarrow$ Reduz regiões claras,
reforça as regiões escuras

$fecabe^b(f) = fec^b(abe^b(f)) \Rightarrow$ Reduz regiões escuras
reforça as regiões claras

Operações morfológicas sequenciais:

- Concatenação de aberturas e fechamentos

$abefec^b(f) = abe^b(fec^b(f)) \Rightarrow$ Reduz regiões claras,
reforça as regiões escuras

$fecabe^b(f) = fec^b(abe^b(f)) \Rightarrow$ Reduz regiões escuras
reforça as regiões claras

$fecabefec^b(f) = fec^b(abe^b(fec^b(f)))$

$abefecabe^b(f) = abe^b(fec^b(abe^b(f)))$

Exercício 4:

4.1) Aplicar o filtro alternado abefec, com dimensão do elemento estruturante 5x5, à imagem esferas.tif.

Efeito: Reduz regiões _____; reforça regiões _____ .

4.2) Aplicar o filtro alternado fecabe, com dimensão do elemento estruturante 5x5, à imagem esferas.tif .

Efeito: Reduz regiões _____; reforça regiões _____ .

Exercício 5:

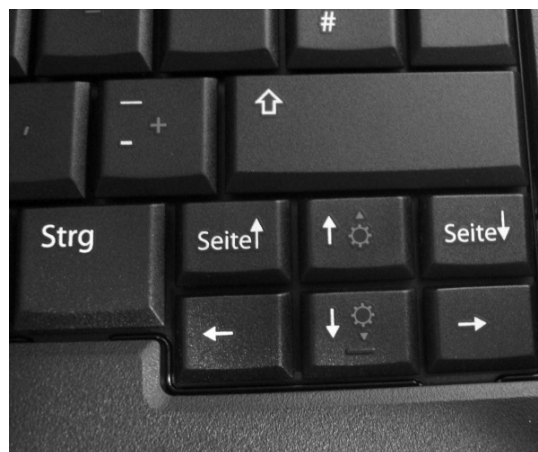
5.1) Aplicar o filtro alternado fecabefec, com dimensão do elemento estruturante 5x5, à imagem esferas.tif.

Efeito: Reduz regiões _____; reforça regiões _____ .

5.2) Aplicar o filtro alternado abefecabe, com dimensão do elemento estruturante 5x5, à imagem esferas.tif .

Efeito: Reduz regiões _____; reforça regiões _____ .

Exercício 6. Deseja-se retirar as letras. Qual sequência de operadores deve ser utilizada?



Operações morfológicas sequenciais:

- filtros alternados sequenciais

$$\text{abefec}^{(i)}(f) = \text{abe}^{(i)} \left(\text{fec}^{(i)} \left(\text{abe}^{(i-1)} \left(\text{fec}^{(i-1)} \dots \left(\text{abe}^{(1)} \left(\text{fec}^{(1)}(f) \right) \dots \right) \right) \right) \right)$$

-suaviza a imagem

- realça o contraste, dando mais importância às regiões escuras

$$\text{fecabe}^{(i)}(f) = \text{fec}^{(i)} \left(\text{abe}^{(i)} \left(\text{fec}^{(i-1)} \left(\text{abe}^{(i-1)} \dots \left(\text{fec}^{(1)} \left(\text{abe}^{(1)}(f) \right) \dots \right) \right) \right) \right)$$

-suaviza a imagem

- realça o contraste, dando mais importância às regiões claras

() indica a dimensão do elemento estruturante.

=> Implementação: iterativa, com crescimento da dimensão do elemento estruturante a cada iteração.

Implementação do filtro abefec sequencial

```
I = imread('nome.tif');
```

```
I = double(I);
```

```
[m,n] = size(I);
```

```
it = 1
```

```
mf = 3;    % mf : dimensão do EE inicial; forma: quadrado
```

```
while it < 3
```

```
    % Fechamento
```

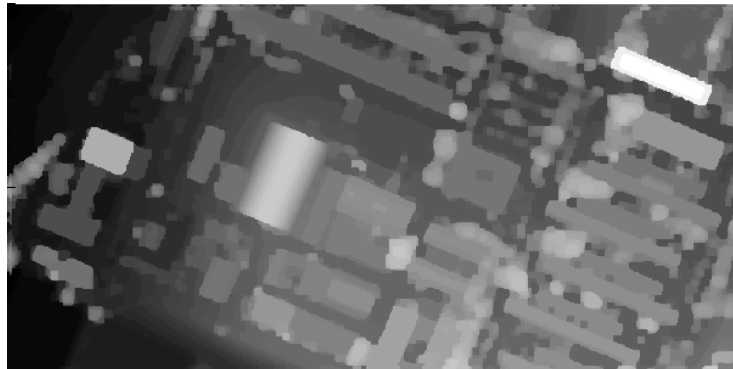
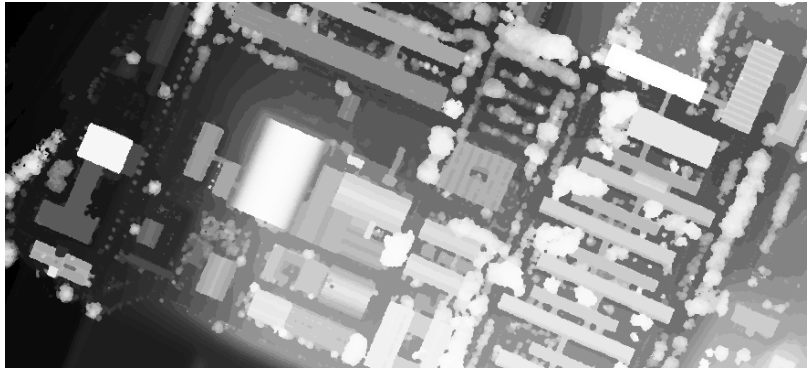
```
    % Abertura
```

```
    it = it+1
```

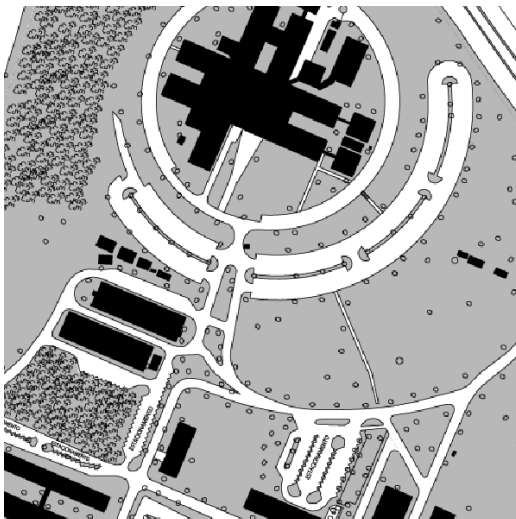
```
    mf =      ;    % como aumentar o tamanho do EE a cada iteração?
```

```
end
```

Exercício 7. Deseja-se suprimir as árvores isoladas. Qual operador deve ser utilizado?



Exercício 8:
Deseja-se reduzir regiões escuras. Qual filtro deve ser utilizado?



Filtro Alternado:

- AbeFec ?
- FecAbe?
- FecAbeFec?
- AbeFecAbe?

Filtro Alternado Sequencial:

- abefec⁽ⁱ⁾ (f)?
- fecabe⁽ⁱ⁾ (f)?